

[First Hit](#)[Previous Doc](#)[Next Doc](#)[Go to Doc#](#)☐ [Generate Collection](#) [Print](#)

L10: Entry 2 of 4

File: JPAB

Apr 24, 1998

PUB-NO: JP410106027A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10106027 A ✓

TITLE: PHASE TRANSITION OPTICAL RECORDING MEDIUM

PUBN-DATE: April 24, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

YUZUSU, KEIICHIROU

ICHIHARA, KATSUTARO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

TOSHIBA CORP

APPL-NO: JP08259265

APPL-DATE: September 30, 1996

INT-CL (IPC): G11 B 7/24; G11 B 7/24

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make possible high density recording reduced in turbulence at the recording mark edge part and suitable for mark edge recording by providing a seed layer having an action of controlling the crystal grain size of a phase transition optical recording layer adjacent to the phase transition optical recording layer.

SOLUTION: This optical recording medium is composed of a seed layer 12, a phase transition recording layer 13 consisting of GeSbTe, a protective layer 14 consisting of ZnS-SiO₂ and a reflection layer 15 consisting of Au successively formed on a polycarbonate substrate 11. And the phase transition recording layer 13 transits between crystalline state and amorphous state by the light irradiation and the seed layer 12 is in the vicinity of the phase transition recording layer 13, is composed of a mixed film formed by dispersing a Au particle in a ZnS-SiO₂ dielectric and has the action of controlling the crystal grain size of the phase transition recording layer 13.

COPYRIGHT: (C) 1998, JPO

[Previous Doc](#)[Next Doc](#)[Go to Doc#](#)

[First Hit](#) [Previous Doc](#) [Next Doc](#) [Go to Doc#](#)

End of Result Set

☐ [Generate Collection](#) [Print](#)

L10: Entry 4 of 4

File: DWPI

Dec 8, 2003

DERWENT-ACC-NO: 1998-302746

DERWENT-WEEK: 200401

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Phase changing optical recording medium - has metallic particle layer formed on polycarbonate substrate, by which size of crystalline particle in phase changing recording layer is controlled

PATENT-ASSIGNEE:

ASSIGNEE

CODE

TOSHIBA KK

TOKE

PRIORITY-DATA: 1996JP-0259265 (September 30, 1996)

[Search Selected](#)[Search ALL](#)[Clear](#)

PATENT-FAMILY:

	PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
<input type="checkbox"/>	JP 3474714 B2	December 8, 2003		007	G11B007/24
<input type="checkbox"/>	JP 10106027 A	April 24, 1998		007	G11B007/24

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DATE	APPL-NO	DESCRIPTOR
JP 3474714B2	September 30, 1996	1996JP-0259265	
JP 3474714B2		JP 10106027	Previous Publ.
JP 10106027A	September 30, 1996	1996JP-0259265	

INT-CL (IPC): [G11 B 7/24](#)

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 10106027A

BASIC-ABSTRACT:

The medium has a polycarbonate substrate (11) over which a metallic particle layer (12) is laminated. The metallic particle layer consists of a mixing film formed by dispersing metallic particles in a dielectric material.

A phase changing layer (13) is formed on the metallic particle layer. The metallic particle layer controls the size of crystalline particle in phase changing recording layer.

ADVANTAGE - Improves recording density. Reduces disturbance of recording mark edge.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/7

TITLE-TERMS: PHASE CHANGE OPTICAL RECORD MEDIUM METALLIC PARTICLE LAYER FORMING
POLYCARBONATE SUBSTRATE SIZE CRYSTAL PARTICLE PHASE CHANGE RECORD LAYER CONTROL

ADDL-INDEXING-TERMS:
PC

DERWENT-CLASS: T03 W04

EPI-CODES: T03-B01B; T03-B01B5G; T03-B01D1; W04-C01B;

SECONDARY-ACC-NO:
Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1998-237322

[Previous Doc](#) [Next Doc](#) [Go to Doc#](#)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-106027

(43) 公開日 平成10年(1998)4月24日

(51) Int.Cl.*

G 1 1 B 7/24

識別記号

5 3 3

5 3 4

F I

G 1 1 B 7/24

5 3 3 B

5 3 4 Z

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平8-259265

(22) 出願日

平成8年(1996)9月30日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 袖須 圭一郎

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 市原 勝太郎

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社東芝柳町工場内

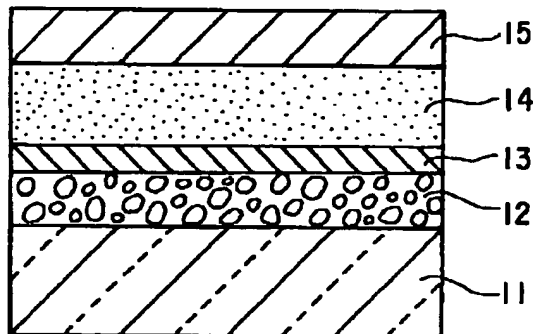
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54) 【発明の名称】 相変化光記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 記録マークエッジ部の乱れが少なく、マークエッジ記録に適した高密度記録が可能な相変化光記録媒体を提供する。

【解決手段】 光照射により結晶状態と非晶質状態の2つの状態間を遷移する相変化光記録層(13)を具備した相変化光記録媒体において、相変化光記録層(13)に隣接して、金属粒子を誘電体中に分散させた混合膜からなり、相変化光記録層の結晶粒子サイズを制御する作用を有するシード層(12)を設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光照射により結晶状態と非晶質状態の2つの状態間を遷移する相変化光記録層を具備した相変化光記録媒体において、相変化光記録層に隣接して、金属粒子を誘電体中に分散させた混合膜からなり、相変化光記録層の結晶粒子サイズを制御する作用を有するシード層を設けたことを特徴とする相変化光記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はレーザー光を照射して情報の記録・再生を行う相変化光記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】光記録媒体は、大容量性、高速アクセス性、媒体可搬性を兼ね備えた大容量記憶メディアとして、昨今のパーソナルコンピュータの隆盛を支えている。なかでも相変化光記録媒体は動作原理が単純なことから実用化が急速に進んでいる。相変化光記録媒体の原理は以下のようなものである。すなわち記録時には、相変化光記録層に比較的高出力で短パルスのレーザービームを照射して記録部位を融点以上に加熱した後、急冷して非晶質の記録マークを形成する。再生時には、記録部位の反射率変化を検出することにより記録情報を読み取る。消去時には、相変化記録層に記録時よりも低出力で長パルスのレーザービームを照射した後、徐冷して結晶化温度以上融点未満に保持することにより結晶化する。

【0003】以上のように相変化光記録媒体では、非晶質-結晶質の反射率変化を読み取るため、光学系の構造が簡単である。また、光磁気記録媒体のように磁界を必要とせず、光強度変調による重ね書き（オーバーライト）が容易で、データ転送速度が速いという特徴も持っている。さらに、CD-ROMをはじめとする再生専用媒体との互換性にも優れている。

【0004】相変化光記録媒体の記録密度を向上させるためには、記録マーク間隔を短くする、記録マークを小さくする、などが考えられる。このうち、記録マーク間隔を短くするためには、ランド/グループ記録（L/D記録）やマーク長記録などが提案されている。L/G記録は、グループの深さをレーザー波長の1/6程度に設定してクロストークを低減することによりランドおよびグループへの記録を可能にするもので、従来のランドまたはグループのみに記録する方式に比較して約2倍の高密度化が期待できる。マーク長記録は、記録マークエッジ部の反射率変化（反射率の微分成分）を検出するもので、従来のマークポジション記録に比べて約1.5倍の高密度化が期待できる。このような高密度化記録技術に加えて、ROM媒体などに対して提案されている超解像技術を用いれば、現状で650Mbps（bit/inch²）の記録密度を10～20倍向上させることが可能であると予想されている。

【0005】マーク長記録により記録密度の向上を達成

するためには、マークエッジ位置を正確に決定する必要がある。しかし、基板上に下部保護層、相変化光記録層、上部保護層、全反射層を積層した4層構造の従来の相変化光記録媒体ではマークエッジ位置の変動が大きく、ジッターの増加を招くため、期待されるほど線記録密度を向上させることができない。

【0006】従来の相変化光記録媒体においてマークエッジが変動する原因の一つは、非晶質部の光吸収率（ A_a ）の方が結晶部の光吸収率（ A_c ）よりも高いことによるものである。すなわち、 $A_a > A_c$ という条件でのオーバーライトを考えると、結晶部は光吸収率が小さいため温度上昇が少ないうえに溶融潜熱を要することから、非晶質部と比較して溶融しにくい。このため、オーバーライトする領域が結晶状態および非晶質状態のうちどちらであるかによって、新たに形成される記録マークのサイズが異なってしまう。

【0007】以上のようなオーバーライト記録時のマークエッジ部の乱れを抑制するためには、結晶部の溶融潜熱も考慮して、 $A_a \leq A_c$ 、すなわち $A_c/A_a \geq 1$ という条件を満たすことが好ましい。 $A_c/A_a \geq 1$ の条件を実現するためには、上述した下部保護層、相変化光記録層、上部保護層、全反射層という4層構造に代えて、相変化光記録媒体の積層構造を改良することが提案されている。例えば、上部保護層上に全反射層の代わりに半透明反射層を設けた積層構造が知られている（ISOM/ODS-joint international conference proceeding, p. 71 (Th. 3. 5)）。この積層構造は、半透明反射層で一部の光を透過させることにより、実効的に $A_c/A_a \geq 1$ の条件を実現するものである。また、基板と下部保護層との間に半透明反射層を挿入した積層構造が知られている（USP5, 431, 978）。この積層構造では、光の干渉作用を利用して実効的に $A_c/A_a \geq 1$ の条件を実現している。

【0008】しかし、このようにマーク長記録方式に対応させた相変化光記録媒体では、半透明反射層を設けたことによる放熱特性の低下に起因して、相変化光記録層の熱負荷の増大により繰り返し記録回数が低下するという問題が生じる。しかも、光照射時の熱応答時間が比較的長いため、L/G記録を採用すると、隣接トラックの記録マーク端部を消去（クロスイレース）しやすいという問題が生じる。

【0009】また、初期結晶化後の結晶組織と2回目以降の消去後の結晶組織とが異なることによる問題も指摘されている。特に、2回目以降の消去を経た後にオーバーライトすると、記録マーク周辺には溶融後に結晶化したものと思われる粗大結晶組織が存在する。このため、結晶組織の不均一性に伴うジッターの増加が問題となる。しかも、初期化直後と比較して、2回目以降の消去後のオーバーライト記録時のC/Nは極端に低下するた

め、繰り返し記録回数が制限される原因となっている。

【0010】このような2回目以降の消去後の結晶組織を調整するために、下部保護層と相変化光記録層との界面に凹凸を形成した相変化光記録媒体が知られている（特開平6-180861号）。この相変化光記録媒体では、下部保護層に凹凸を設けることにより相変化光記録層との界面の面積を広くし結晶核の生成を容易になり、多数回の記録・消去を行なっても結晶部の結晶粒子サイズを安定させることができる。

【0011】しかし、この相変化光記録媒体を製造するには、保護層をスパッタリングにより形成した後、マスクを設けてドライエッチングすることにより凹凸を形成する必要があり、製造工程が複雑になるという問題があった。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、記録マークエッジ部の乱れが少なく、マークエッジ記録に適した高密度記録が可能な相変化光記録媒体を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の相変化光記録媒体は、光照射により結晶状態と非晶状態の2つの状態間を遷移する相変化光記録層を具備した相変化光記録媒体において、相変化光記録層に隣接して、金属粒子を誘電体中に分散させた混合膜からなり、相変化光記録層の結晶粒子サイズを制御する作用を有するシード層を設けたことを特徴とするものである。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明をさらに詳細に説明する。本発明の相変化光記録媒体を構成する相変化光記録層には、光照射によって結晶状態と非晶状態間を可逆的に遷移し、両状態間で光学的特性が異なる材料が用いられる。具体的には、 GeSbTe 、 InSbTe 、 SnSeTe 、 GeTeSn 、 InSeTiCo などが挙げられる。相変化光記録層の結晶粒子の面積は最小記録マーク面積の1/20以下に維持されることが好ましい。このため、相変化光記録層の結晶粒子サイズは5~100nm、さらに5~50nmに維持されることが好ましい。

【0015】本発明の相変化光記録媒体において、相変化光記録層に隣接して相変化光記録層の結晶粒子サイズを制御する作用を有するシード層を設ける。シード層は、相変化光記録層のいずれか一方の面に隣接して設けてもよいし、両面に隣接して設けてもよい。このシード層は、金属粒子を誘電体中に分散させた混合膜からなっている。シード層は記録層材料より高い融点を持ち、レーザー光の照射により溶融および再結晶化しないことが要求される。相変化光記録層の結晶粒子サイズを上記の範囲に制御するためには、シード層中の金属粒子の粒子サイズも5~100nm、さらに5~50nmであるこ

とが好ましい。

【0016】また、相変化光記録層は記録時に急熱急冷、消去時に徐熱徐冷されるので、シード層は熱伝導の制御性に優れていることが好ましい。さらに、相変化光記録層の非晶質部と結晶部の光吸収率の比が $A_c/A_a \geq 1$ という条件を満たすように、シード層は光学定数の制御性にも優れていることが好ましい。

【0017】これらの観点から、シード層を構成する金属粒子および誘電体に好適な材料としては以下のようなものが挙げられる。金属粒子としては、比較的融点が高い金属または合金が好ましい。具体的には、Fe、Co、Cr、Ti、Cu、Au、Pt、Pd、Ag、Ni、V、Mo、W、Taからなる群より選択される1種以上が用いられる。誘電体としては、酸化物系セラミックス例えば SiO_2 、 SiO 、 ZnO 、 Al_2O_3 、 CeO 、 Ta_2O_5 、 V_2O_5 、 CaO ；窒化物系セラミックス例えば AlN 、 Si_3N_4 、 BN 、 TiN 、 VN 、 NbN 、 TaN 、 HfN 、 ZrN ；炭化物系セラミックス例えば TiC 、 ZrC 、 HfC 、 VC 、 TaC 、 NbC 、 WC 、 B_4C 、 SiC ；その他 ZnS 、 SIALON （サイアロン）からなる群より選択される1種以上が用いられる。

【0018】金属粒子は熱伝導率を高くし、誘電体は熱伝導率を低くするので、両者の比率を調整することによりシード層の熱伝導率を調整でき、同時に光学定数も調整できる。所望の熱伝導率および光学定数を得るためには、シード層中の金属粒子の体積分率は2~20%であることが好ましい。

【0019】本発明におけるシード層を形成するには以下のような方法が用いられる。例えば、金属ターゲットおよび誘電体ターゲットを同時または交互にスパッタする方法；複数の金属材料からなるターゲットを用い、酸素、窒素または炭素を含有する不活性ガス（Ar、Ne、Krなど）雰囲気中において、同時または交互にスパッタする方法などを用いることができる。いずれの方法でも、別個のターゲットを用いてもよいし、複合ターゲットを用いてもよい。これらの方法において、投入電力、到達圧力、スパッタ圧力、反応性ガス種、基板バイアス、基板温度、添加物などのプロセスパラメータを選択・制御することにより、シード層中の金属粒子の粒子サイズおよび体積分率ならびにシード層の熱伝導率および光学定数を制御できる。

【0020】本発明の相変化光記録媒体は、基板上に上述した相変化光記録層およびシード層を含む種々の層を積層した構造を有する。具体的には、以下のような積層構造が挙げられる。

【0021】例えば、基板上に、シード層、相変化光記録層、上部保護層、反射層を形成した積層構造を採用することができる。この場合、シード層の膜厚は10~20nmとすることが好ましい。なお、基板とシード層と

の間または上部保護層と反射層との間に熱伝導率または光吸収率を調整するための層を挿入してもよい。

【0022】基板上に、下部保護層、相変化光記録層、シード層、反射層を形成した積層構造としてもよい。この場合、シード層の膜厚は50～250nmとすることが好ましい。なお、シード層の反射率を上げて、反射層を省略してもよい。また、基板と下部保護層との間またはシード層と反射層との間に熱伝導率または光吸収率を調整するための層を挿入してもよい。

【0023】基板上に、第1シード層、相変化光記録層、第2シード層、反射層を形成した積層構造としてもよい。この場合、第1シード層の膜厚は20～200nm、第2シード層の膜厚は50～200nmとすることが好ましい。なお、第2シード層の反射率を上げて、反射層を省略してもよい。また、基板と第1シード層との間または第2シード層と反射層との間に熱伝導率または光吸収率を調整するための層を挿入してもよい。

【0024】基板の材料としては、ポリカーボネート(PC)、ポリメチルメタクリレート(PMMA)などを用いることができる。基板の表面にはトラッキングガイド用のグループが設けられる。

【0025】保護層の材料としては、酸化物、窒化物、炭化物、ホウ化物、硫化物もしくはフッ化物またはこれらの混合物からなる誘電体を用いることができる。反射層は、半透明反射層でも全反射層でもよい。半透明反射層としては、Al、AuもしくはCuまたはこれらを含む合金を用い、光透過性を示すように薄い膜厚に形成したものが挙げられる。また、Siなど厚膜でも光透過性のある材料を用いることもできる。全反射層としては、Al、Au、Ti、Cr、MoもしくはCuまたはこれらを含む合金を用い、光透過性を示さないように厚い膜厚に形成したものが挙げられる。

【0026】本発明の相変化光記録媒体では、基板のそりを防止して記録再生動作を安定させるために、最上層の上に上記基板と同様な材質からなる対向基板を接着してもよい。接着層には例えば紫外線硬化樹脂を用いることができる。

【0027】

【実施例】以下、本発明の実施例を説明する。

実施例1

図1に本実施例における相変化光記録媒体の断面図を示す。ポリカーボネート基板11上に、AuをZnS-SiO₂中に分散させた混合膜からなるシード層12、GeSbTeからなる相変化光記録層13、ZnS-SiO₂からなる保護層14、Auからなる反射層15が順次形成されている。

【0028】この相変化光記録媒体は以下のようにして作製された。グループ付きポリカーボネート基板11を多元スパッタ装置内の基板ホルダーに装着し、装置内を真空排気した後、Arガスを導入した。基板ホルダーを

自公転させながらスパッタリングを行い、各層を順次形成した。まず、ZnS-SiO₂ターゲットとAuターゲットにそれぞれRF電力とDC電力を投入して2元同時スパッタリングを行い、基板11上に膜厚50～200nmのシード層12を形成した。このとき、両ターゲットへの投入電力や膜厚を調整することにより、シード層12の金属/誘電体の混合比を変化させ、光学定数、熱伝導率、金属粒子の粒径、粒子間隔を制御した。なお、粒径や粒子間隔は、基板へのバイアスパワー調整や、基板温度調整などで制御することもできる。次に、GeSbTeターゲットにRF電力を投入してスパッタリングを行い、シード層12上に膜厚10nmの相変化光記録層13を形成した。ZnS-SiO₂ターゲットにRF電力を投入してスパッタリングを行い、相変化光記録層13上に膜厚200nmの保護層14を形成した。最後に、AuターゲットにDC電力を投入してスパッタリングを行い、保護層14上に膜厚50nmの反射層15を形成した。

【0029】上記の方法で、種々の粒子サイズ、粒子間隔、光学特性、熱伝導率を持つシード層12を形成し、相変化光記録媒体を作製した。得られた相変化光記録媒体について下記に示す条件で記録/再生特性を評価した。また、評価が終了した媒体に対しては、シード層と相変化光記録層の構造を調べるために、サンプル加工を施した後、TEM観察を実施した。

【0030】記録/再生条件

光源波長：685nm

対物レンズNA：0.6

トラックピッチ：0.7μm

最短マーク長：0.4μm

線速度：6m/s

変調符号：8/16変調

ウィンドウ幅：36ns

上記の条件では最小マークの面積は0.19μm²となる。

【0031】図2に、TEM観察によるシード層の粒子サイズと初期結晶化後の相変化光記録層の結晶粒子サイズとの関係を示す。相変化光記録層の結晶粒子サイズは、シード層の粒子サイズよりやや大きな値を示しているが、両者はよく比例しており、相変化光記録層の結晶粒子サイズがシード層の粒子サイズに依存していることが明らかになった。

【0032】図3に、相変化光記録層の結晶粒子サイズとジッターとの関係を示す。ここで表示しているジッターは、ウィンドウ幅に対するエッジ位置におけるジッターの比率として定義している。図3から明らかなように、相変化光記録層の結晶粒子サイズが100nm以下ではジッターは15%以下となり、特に50nm以下(最小マークに対する面積比率約2%以下)では3%前後の非常に良好な特性を示している。

【0033】比較のために、ポリカーボネート基板上に、膜厚100nmのZnS-SiO₂、膜厚15nmのGeSbTe、膜厚200nmのZnS-SiO₂、膜厚50nmのAuを形成して従来の相変化光記録媒体を作製した。この相変化光記録媒体を上記と同一の条件で評価したところ、ジッターは平均して10%であった。

【0034】以上のように、本発明における相変化光記録媒体において、シード層は相変化光記録層の結晶粒子サイズの制御に非常に有効であり、その結果として非常に良好なジッター特性を得ることができる。

【0035】実施例2

図4に本実施例における相変化光記録媒体の断面図を示す。ポリカーボネート基板21上に、ZnS-SIALONからなる保護層22、InSbTeからなる相変化光記録層23、AlをZnS-SiO₂中に分散させた混合膜からなるシード層24、AlMoからなる反射層25が順次形成されている。

【0036】この相変化光記録媒体は、実施例1と同様の操作で作製された。グループ付きポリカーボネート基板21を多元スパッタ装置内の基板ホルダーに装着し、装置内を真空排気した後、Arガスを導入した。基板ホルダーを自公転させながらスパッタリングを行い、各層を順次形成した。まず、ZnS-SIALONターゲットにRF電力を投入してスパッタリングを行い、基板21上に膜厚220nmの保護層22を形成した。次に、InSbTeターゲットにRF電力を投入してスパッタリングを行い、保護層22上に膜厚15nmの相変化光記録層23を形成した。ZnS-SiO₂ターゲットとAlターゲットにそれぞれRF電力とDC電力を投入して2元同時スパッタリングを行い、相変化光記録層13上に膜厚50~200nmのシード層24を形成した。このとき、両ターゲットへの投入電力や膜厚を調整することにより、シード層24の金属/誘電体の混合比を変化させ、光学定数、熱伝導率、金属粒子の粒径、粒子間隔を制御した。なお、粒径や粒子間隔は、基板へのバイアスパワー調整や、基板温度調整などで制御することもできる。最後に、AlMoターゲットにDC電力を投入してスパッタリングを行い、シード層24上に膜厚70nmの反射層25を形成した。

【0037】得られた相変化光記録媒体について実施例1と同一の条件で記録/再生評価およびTEM観察を行った。図5に、相変化光記録層の結晶粒子サイズとジッターとの関係を示す。図5から明らかなように、相変化光記録層の結晶粒子サイズが100nm以下ではジッターは12%以下となり、特に50nm以下（最小マークに対する面積比率約2%以下）では3%前後の非常に良好な特性を示している。

【0038】以上のように、本発明における相変化光記録媒体において、シード層を相変化光記録層に対して反

射層の側に設けた場合でも非常に良好なジッター特性を得ることができる。

【0039】実施例3

図6に本実施例における相変化光記録媒体の断面図を示す。ポリカーボネート基板31上に、AlをSi₃N₄中に分散させた混合膜からなる第1シード層32、GeSbTeからなる相変化光記録層33、CoをZnS中に分散させた混合膜からなる第2シード層34が順次形成されている。

【0040】この相変化光記録媒体は、実施例1と同様の操作で作製された。グループ付きポリカーボネート基板31を多元スパッタ装置内の基板ホルダーに装着し、装置内を真空排気した後、Arガスを導入した。基板ホルダーを自公転させながらスパッタリングを行い、各層を順次形成した。まず、Si₃N₄ターゲットとAlターゲットにRF電力を投入してスパッタリングを行い、基板31上に膜厚150nmの第1シード層32を形成した。次に、GeSbTeターゲットにRF電力を投入してスパッタリングを行い、第1シード層32上に膜厚13nmの相変化光記録層33を形成した。最後に、ZnSターゲットとCoターゲットにそれぞれRF電力とDC電力を投入して2元同時スパッタリングを行い、相変化光記録層13上に膜厚50~200nmの第2シード層34を形成した。このとき、両ターゲットへの投入電力や膜厚を調整することにより、第2シード層34の金属/誘電体の混合比を変化させ、光学定数、熱伝導率、金属粒子の粒径、粒子間隔を制御した。なお、粒径や粒子間隔は、基板へのバイアスパワー調整や、基板温度調整などで制御することもできる。

【0041】得られた相変化光記録媒体について実施例1と同一の条件で記録/再生評価およびTEM観察を行った。図7に、相変化光記録層の結晶粒子サイズとジッターとの関係を示す。図7から明らかなように、相変化光記録層の結晶粒子サイズが100nm以下ではジッターは10%以下となり、特に50nm以下（最小マークに対する面積比率約2%以下）では4%前後の非常に良好な特性を示している。

【0042】以上のように、本発明における相変化光記録媒体において、シード層を相変化光記録層の両面に設け、反射層を設けない構成でも非常に良好なジッター特性を得ることができる。

【0043】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、マーク長記録において微小記録マークを形成した場合でも、マークエッジの乱れが小さくジッター特性が良好な相変化光記録媒体を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1における相変化光記録媒体の断面図。

【図2】本発明の実施例1におけるシード層の粒子サイ

10

20

30

40

50

ズと初期結晶化後の相変化光記録層の結晶粒子サイズとの関係を示す図。

【図3】本発明の実施例1における相変化光記録層の結晶粒子サイズとジッターとの関係を示す図。

【図4】本発明の実施例2における相変化光記録媒体の断面図。

【図5】本発明の実施例2における相変化光記録層の結晶粒子サイズとジッターとの関係を示す図。

【図6】本発明の実施例3における相変化光記録媒体の断面図。

【図7】本発明の実施例3における相変化光記録層の結晶粒子サイズとジッターとの関係を示す図。

【符号の説明】

11…ポリカーボネート基板

12…シード層

13…相変化光記録層

14…保護層

15…反射層

21…ポリカーボネート基板

22…保護層

23…相変化光記録層

24…シード層

25…反射層

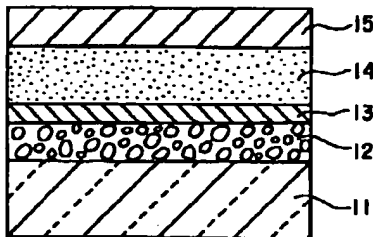
10 31…ポリカーボネート基板

32…第1シード層

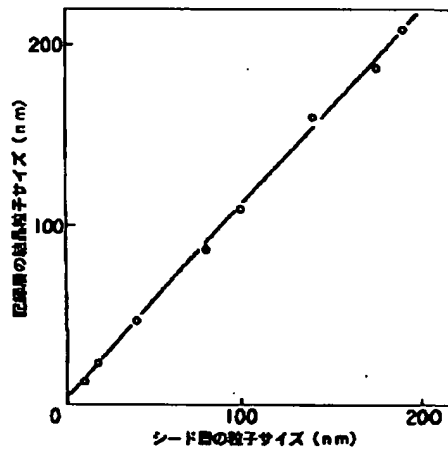
33…相変化光記録層

34…第2シード層

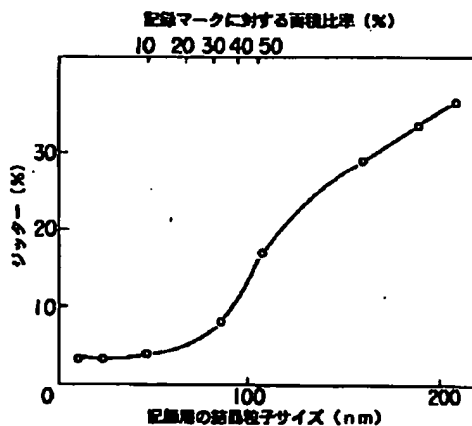
【図1】



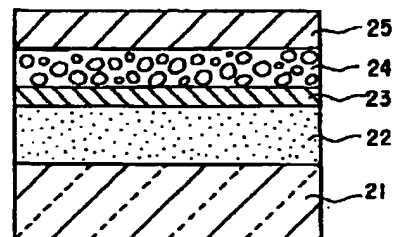
【図2】



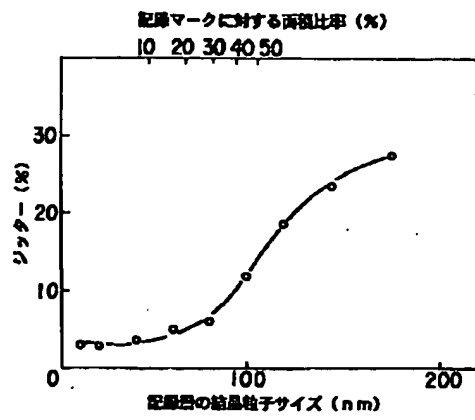
【図3】



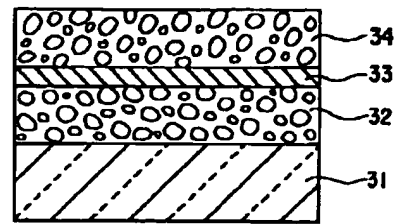
【図4】



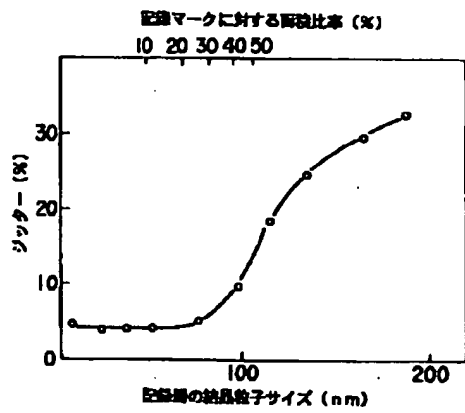
【図5】



【図6】



【図7】



*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the phase change optical recording medium which irradiates laser light and performs informational record and playback.

[0002]

[Description of the Prior Art] The optical recording medium supports the prosperity of the personal computer of these days as bulk-store media which have large capacity nature, rapid access nature, and medium portability. Especially, since the principle of operation is simple, as for the phase change optical recording medium, utilization is progressing quickly. The principle of a phase change optical recording medium is as follows. That is, at the time of record, after irradiating the laser beam of a short pulse by high power comparatively at a phase change optical recording layer and heating a record part more than the melting point, it quenches and an amorphous record mark is formed. At the time of playback, recording information is read by detecting reflection factor change of a record part. At the time of elimination, after irradiating the laser beam of a long pulse by low-power output rather than the time of record at a phase change recording layer, it crystallizes by cooling slowly and holding under to the melting point beyond crystallization temperature.

[0003] In order to read reflection factor change of an amorphous substance-crystalline substance with a phase change optical recording medium as mentioned above, the structure of optical system is easy. Moreover, a field is not needed like a magneto-optic-recording medium, but overwrite (over-writing) by optical intensity modulation is easy, and also has the description that a data transfer rate is quick. Furthermore, it excels also in compatibility with the media only for playbacks including CD-ROM.

[0004] In order to raise the recording density of a phase change optical recording medium, it is possible to shorten record mark spacing, to make a record mark small, etc. Among these, in order to shorten record mark spacing, a land / groove record (ratio-of-length-to-diameter record), mark length record, etc. are proposed. By setting the depth of a groove about [of laser wavelength] to 1/6, and reducing a cross talk, L/G record enables record to a land and a groove, and can expect twice [about] as many densification as this as compared with the method recorded only on a conventional land or a conventional groove. Mark length record detects reflection factor change (differential component of a reflection factor) of the record mark edge section, and can expect about 1.5 times as many densification as this compared with the conventional mark position record. If the super resolution technique proposed to the ROM medium etc. is used in addition to such a densification record technique, it is expected that it is possible to raise the recording density of 650Mbps(s) (bit/inch²) ten to 20 times in the present condition.

[0005] In order for mark length record to attain improvement in recording density, it is necessary to determine a mark edge location correctly. However, in order that fluctuation of a mark edge location may be large and may cause the increment in a jitter on a substrate with the conventional phase change optical recording medium of 4 layer structures which carried out the laminating of a lower protective layer, a phase change optical recording layer, an up protective layer, and the total reflection layer, track

recording density cannot be raised, so that it is expected.

[0006] The direction of the rate of light absorption of the amorphous section (Aa) depends one of the causes of changing a mark edge in the conventional phase change optical recording medium on it being higher than the rate of light absorption of the crystal section (Ac). That is, considering over-writing on the conditions of $Aa > Ac$, since the crystal section has the small rate of light absorption and a top with few temperature rises takes latent heat to it, as compared with the amorphous section, it is hard to fuse it. For this reason, the sizes of the record mark in which it is newly formed which is the field [over-write / field] among a crystallized state and an amorphous state will differ.

[0007] In order to control turbulence of the mark edge section at the time of the above over-writing records, it is desirable to also take the latent heat of the crystal section into consideration, and to fulfill the conditions of $Aa \leq Ac$, $Ac/Aa \geq 1$ [i.e.,]. In order to realize the conditions of $Ac/Aa \geq 1$, replacing with 4 layer structures of the lower protective layer and phase change optical recording layer which were mentioned above, an up protective layer, and a total reflection layer, and improving the laminated structure of a phase change optical recording medium is proposed. For example, the laminated structure which prepared the translucent reflecting layer instead of the total reflection layer on the up protective layer is known (ISOM/ODS-joint international conference proceeding, p.71 (Th.3.5)). This laminated structure realizes the conditions of $Ac/Aa \geq 1$ effectually by making a part of light penetrate by the translucent reflecting layer. Moreover, the laminated structure which inserted the translucent reflecting layer between the substrate and the lower protective layer is known (USP5,431,978). In this laminated structure, the conditions of $Ac/Aa \geq 1$ are effectually realized using the interferential action of light.

[0008] However, in the phase change optical recording medium to which the mark length recording method was made to correspond in this way, it originates in the fall of the heat dissipation property by having prepared the translucent reflecting layer, and the problem that a recording rate falls repeatedly according to increase of the thermal load of a phase change optical recording layer arises. And if the heat response time at the time of an optical exposure accumulates comparatively long and adopts L/G record, the problem of being easy to eliminate the record mark edge of an adjoining track (cross erasion) will arise.

[0009] Moreover, the problem by the crystalline structure after initial crystallization differing from the crystalline structure after elimination of the 2nd henceforth is also pointed out. If the over-write after passing through elimination of the 2nd henceforth especially, the big and rough crystalline structure considered to have crystallized after melting exists around a record mark. For this reason, the increment in the jitter accompanying the heterogeneity of the crystalline structure poses a problem. And since C/N at the time of the over-writing record after elimination of the 2nd henceforth falls extremely as compared with immediately after initialization, it is the cause that a repeat recording rate is restricted.

[0010] In order to adjust the crystalline structure after elimination of such the 2nd henceforth, the phase change optical recording medium which formed irregularity in the interface of a lower protective layer and a phase change optical recording layer is known (JP,6-180861,A). In this phase change optical recording medium, area of an interface with a phase change optical recording layer is made large by preparing irregularity in a lower protective layer, and it becomes easy about generation of a crystalline nucleus, and even if it performs many record and elimination, the crystal grain child size of the crystal section can be stabilized.

[0011] However, in order to have manufactured this phase change optical recording medium, after forming a protective layer by sputtering, by preparing and carrying out dry etching of the mask, irregularity needed to be formed and there was a problem that a production process became complicated.

[0012]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The purpose of this invention is to offer the phase change optical recording medium in which there is little turbulence of the record mark edge section, and the high density record suitable for mark edge record is possible.

[0013]

[Means for Solving the Problem] In the phase change optical recording medium possessing the phase

change optical recording layer which changes between two conditions of a crystallized state and an amorphous state by optical exposure, the phase change optical recording medium of this invention adjoins a phase change optical recording layer, consists of mixed film which distributed metal particles in the dielectric, and is characterized by preparing the seed layer which has the operation which controls the crystal grain child size of a phase change optical recording layer.

[0014]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, this invention is further explained to a detail. Between a crystallized state and an amorphous state is reversibly changed in the phase change optical recording layer which constitutes the phase change optical recording medium of this invention by optical exposure, and the ingredient with which optical properties differ among both conditions is used for it. Specifically, GeSbTe, InSbTe, SnSeTe, GeTeSn, InSeTiCo, etc. are mentioned. As for the area of the crystal grain child of a phase change optical recording layer, it is desirable to be maintained by 1/20 or less [of the minimum record mark area]. For this reason, as for the crystal grain child size of a phase change optical recording layer, it is desirable to be maintained by 5-100nm and further 5-50nm.

[0015] In the phase change optical recording medium of this invention, the seed layer which has the operation which adjoins a phase change optical recording layer and controls the crystal grain child size of a phase change optical recording layer is prepared. A seed layer may be adjoined and prepared in one field of the phase change optical recording layers, and may be adjoined and prepared in both sides. This seed layer consists of mixed film which distributed metal particles in the dielectric. A seed layer has the melting point higher than a recording layer ingredient, and melting and not to recrystallize are demanded by the exposure of laser light. In order to control the crystal grain child size of a phase change optical recording layer in the above-mentioned range, it is desirable that the grain size of the metal particles in a seed layer is also 5-100nm and further 5-50nm.

[0016] Moreover, since gradual heating and colding of the phase change optical recording layer is carried out at the time of rapid heating quenching and elimination at the time of record, as for a seed layer, excelling in the controllability of heat conduction is desirable. Furthermore, as for a seed layer, excelling also in the controllability of an optical constant is desirable so that the ratio of the rate of light absorption of the amorphous section of a phase change optical recording layer and the crystal section may fulfill the conditions of $A_c/A_a \geq 1$.

[0017] From these viewpoints, the following is mentioned as a suitable ingredient for the metal particles and the dielectric which constitute a seed layer. As metal particles, a metal or an alloy with the comparatively high melting point is desirable. One or more sorts specifically chosen from the group which consists of Fe, Co, Cr, Ti, Cu, Au, Pt, Pd, Ag, nickel, V, Mo, W, and Ta are used. As a dielectric, the oxide system ceramics 2, for example, SiO_2 , SiO , ZnO , aluminum 2O_3 , CeO , $\text{Ta } 2\text{O}_5$, and $\text{V}_2 \text{O}_5$, CaO ; The nitride system ceramics, for example, AlN , $\text{Si}_3 \text{N}_4$, BN , TiN , VN , NbN , TaN , HfN , the ZrN ; carbide system ceramics, for example, TiC , ZrC , HfC , VC , TaC , NbC , and WC , $\text{B}_4 \text{C}$, SiC ; one or more sorts chosen from the group which consists of ZnS and SiALON (sialon) in addition to this are used.

[0018] Since metal particles make thermal conductivity high and a dielectric makes thermal conductivity low, by adjusting both ratio, the thermal conductivity of a seed layer can be adjusted and an optical constant can also be adjusted to coincidence. In order to obtain desired thermal conductivity and a desired optical constant, as for the volume fraction of the metal particles in a seed layer, it is desirable that it is 2 - 20%.

[0019] The following approaches are used for forming the seed layer in this invention. For example, the approach of carrying out the spatter of a metal target and the dielectric target coincidence or by turns; the approach of carrying out a spatter coincidence or by turns into the inert gas ambient atmospheres (Ar, Ne, Kr, etc.) containing oxygen, nitrogen, or carbon etc. can be used using the target which consists of two or more metallic materials. A separate target may be used by any approach and a multicomponent target may be used. The grain size of the metal particles in a seed layer, a volume fraction, the thermal conductivity of a seed layer, and an optical constant are controllable by setting to these approaches, and choosing and controlling process parameters, such as injection power, the ultimate-pressure force, a spatter pressure, a reactant type of gas, substrate bias, substrate temperature, and an additive.

[0020] The phase change optical recording medium of this invention has the structure which carried out the laminating of the various layers containing the phase change optical recording layer and seed layer which were mentioned above on the substrate. Specifically, the following laminated structures are mentioned.

[0021] For example, the laminated structure in which the seed layer, the phase change optical recording layer, the up protective layer, and the reflecting layer were formed on the substrate is employable. In this case, as for the thickness of a seed layer, it is desirable to be referred to as 10-20nm. In addition, the layer for adjusting thermal conductivity or the rate of light absorption between a substrate and a seed layer or between an up protective layer and a reflecting layer may be inserted.

[0022] It is good also as a laminated structure in which the lower protective layer, the phase change optical recording layer, the seed layer, and the reflecting layer were formed on the substrate. In this case, as for the thickness of a seed layer, it is desirable to be referred to as 50-250nm. In addition, the reflection factor of a seed layer may be gathered and a reflecting layer may be omitted. Moreover, the layer for adjusting thermal conductivity or the rate of light absorption between a substrate and a lower protective layer or between a seed layer and a reflecting layer may be inserted.

[0023] It is good also as a laminated structure in which the 1st seed layer, the phase change optical recording layer, the 2nd seed layer, and the reflecting layer were formed on the substrate. In this case, as for the thickness of 20-200nm and the 2nd seed layer, it is [the thickness of the 1st seed layer] desirable to be referred to as 50-200nm. In addition, the reflection factor of the 2nd seed layer may be gathered and a reflecting layer may be omitted. Moreover, the layer for adjusting thermal conductivity or the rate of light absorption between a substrate and the 1st seed layer or between the 2nd seed layer and a reflecting layer may be inserted.

[0024] A polycarbonate (PC), polymethylmethacrylate (PMMA), etc. can be used as an ingredient of a substrate. The groove for a tracking guide is prepared in the front face of a substrate.

[0025] As an ingredient of a protective layer, the dielectric which consists of an oxide, a nitride, carbide, a boride, a sulfide, fluorides, or such mixture can be used. A translucent reflecting layer or a total reflection layer is sufficient as a reflecting layer. What was formed in thin thickness so that light transmission nature might be shown as a translucent reflecting layer using the alloy containing aluminum, Au, Cu, or these is mentioned. Moreover, the ingredient with which thick films, such as Si, also have light transmission nature can also be used. What was formed in thick thickness so that light transmission nature might not be shown as a total reflection layer using the alloy containing aluminum, Au, Ti, Cr, Mo, Cu, or these is mentioned.

[0026] In the phase change optical recording medium of this invention, in order to prevent the camber of a substrate and to stabilize record playback actuation, the opposite substrate which consists of the quality of the material same on the maximum upper layer as the above-mentioned substrate may be pasted up. For example, ultraviolet-rays hardening resin can be used for a glue line.

[0027]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained.

The sectional view of the phase change optical recording medium in this example is shown in example 1 drawing 1. the polycarbonate substrate 11 top -- Au -- ZnS-SiO₂ The seed layer 12 which consists of mixed film distributed to inside, the phase change optical recording layer 13 which consists of GeSbTe, and ZnS-SiO₂ from -- sequential formation of the becoming protective layer 14 and the reflecting layer 15 which consists of Au is carried out.

[0028] This phase change optical recording medium is the following, and was made and produced. Ar gas was introduced, after equipping the substrate electrode holder in plural sputtering systems with the polycarbonate substrate 11 with a groove and carrying out evacuation of the inside of equipment. Sputtering was performed making a substrate electrode holder self-revolve around the sun, and sequential formation of each class was carried out. First, ZnS-SiO₂ RF power and DC power were supplied to the target and Au target, respectively, coincidence sputtering of 2 yuan was performed, and the seed layer 12 of 50-200nm of thickness was formed on the substrate 11. At this time, by adjusting the injection power and thickness to both targets, the mixing ratio of the metal/dielectric of the seed

layer 12 was changed, and an optical constant, thermal conductivity, the particle size of metal particles, and a grain spacing were controlled. In addition, particle size and a grain spacing are also controllable by the bias power adjustment to a substrate, a substrate temperature control, etc. Next, RF power was supplied to the GeSbTe target, sputtering was performed, and the phase change optical recording layer 13 of 10nm of thickness was formed on the seed layer 12. ZnS-SiO₂ RF power was supplied to the target, sputtering was performed, and the protective layer 14 of 200nm of thickness was formed on the phase change optical recording layer 13. Finally, DC power was supplied to Au target, sputtering was performed, and the reflecting layer 15 of 50nm of thickness was formed on the protective layer 14.

[0029] By the above-mentioned approach, the seed layer 12 with various grain size, a grain spacing, an optical property, and thermal conductivity was formed, and the phase change optical recording medium was produced. The conditions shown below about the obtained phase change optical recording medium estimated record/reproducing characteristics. Moreover, in order to investigate the structure of a seed layer and a phase change optical recording layer to the medium which evaluation ended, TEM observation was carried out after performing sample processing.

[0030] record/playback condition light source wavelength: -- 685nm objective lens NA:0.6 track pitch: -- 0.7-micrometer shortest mark length: -- 0.4-micrometer linear-velocity: -- 6 m/s modulation-code: -- 8 / 16 modulation window width: -- the area of the minimum mark on the conditions of 36ns above -- 0.19micrometer² It becomes.

[0031] The relation between the grain size of the seed layer by TEM observation and the crystal grain child size of the phase change optical recording layer after initial crystallization is shown in drawing 2. Although the crystal grain child size of a phase change optical recording layer showed a little bigger value than the grain size of a seed layer, both were proportional well and it became clear that the crystal grain child size of a phase change optical recording layer is dependent on the grain size of a seed layer.

[0032] The relation between the crystal grain child size of a phase change optical recording layer and a jitter is shown in drawing 3. The jitter currently displayed here is defined as a ratio of the jitter in the edge location to window width. In 100nm or less, a jitter becomes 15% or less, and the crystal grain child size of a phase change optical recording layer especially shows the very good property around 3% by 50nm or less (about 2% or less of area ratios to the minimum mark) so that clearly from drawing 3.

[0033] For the comparison, ZnS-SiO₂ of 100nm of thickness, GeSbTe of 15nm of thickness, ZnS-SiO₂ of 200nm of thickness, and Au of 50nm of thickness were formed on the polycarbonate substrate, and the conventional phase change optical recording medium was produced. When the same conditions as the above estimated this phase change optical recording medium, the jitter averaged and was 10%.

[0034] As mentioned above, in the phase change optical recording medium in this invention, the seed layer is very effective in control of the crystal grain child size of a phase change optical recording layer, and can acquire a jitter property very good as the result.

[0035] The sectional view of the phase change optical recording medium in this example is shown in example 2 drawing 4. They are the protective layer 22 which consists of ZnS-SIALON on the polycarbonate substrate 21, the phase change optical recording layer 23 which consists of InSbTe, and aluminum ZnS-SiO₂ Sequential formation of the seed layer 24 which consists of mixed film distributed to inside, and the reflecting layer 25 which consists of AlMo is carried out.

[0036] This phase change optical recording medium was produced by the same actuation as an example 1. Ar gas was introduced, after equipping the substrate electrode holder in plural sputtering systems with the polycarbonate substrate 21 with a groove and carrying out evacuation of the inside of equipment. Sputtering was performed making a substrate electrode holder self-revolve around the sun, and sequential formation of each class was carried out. First, RF power was supplied to the ZnS-SIALON target, sputtering was performed, and the protective layer 22 of 220nm of thickness was formed on the substrate 21. Next, RF power was supplied to the InSbTe target, sputtering was performed, and the phase change optical recording layer 23 of 15nm of thickness was formed on the protective layer 22. ZnS-SiO₂ RF power and DC power were supplied to the target and aluminum target, respectively, coincidence sputtering of 2 yuan was performed, and the seed layer 24 of 50-200nm of thickness was formed on the phase change optical recording layer 13. At this time, by adjusting the injection power

and thickness to both targets, the mixing ratio of the metal/dielectric of the seed layer 24 was changed, and an optical constant, thermal conductivity, the particle size of metal particles, and a grain spacing were controlled. In addition, particle size and a grain spacing are also controllable by the bias power adjustment to a substrate, a substrate temperature control, etc. Finally, DC power was supplied to the AlMo target, sputtering was performed, and the reflecting layer 25 of 70nm of thickness was formed on the seed layer 24.

[0037] Record/playback evaluation and TEM observation were performed on the conditions same about the obtained phase change optical recording medium as an example 1. The relation between the crystal grain child size of a phase change optical recording layer and a jitter is shown in drawing 5. In 100nm or less, a jitter becomes 12% or less, and the crystal grain child size of a phase change optical recording layer especially shows the very good property around 3% by 50nm or less (about 2% or less of area ratios to the minimum mark) so that clearly from drawing 5.

[0038] As mentioned above, in the phase change optical recording medium in this invention, even when a seed layer is prepared in a reflecting layer side to a phase change optical recording layer, a very good jitter property can be acquired.

[0039] The sectional view of the phase change optical recording medium in this example is shown in example 3 drawing 6. On the polycarbonate substrate 31, it is Si₃N₄ about aluminum. Sequential formation of the 1st seed layer 32 which consists of mixed film distributed to inside, the phase change optical recording layer 33 which consists of GeSbTe, and the 2nd seed layer 34 which consists of mixed film which distributed Co in ZnS is carried out.

[0040] This phase change optical recording medium was produced by the same actuation as an example 1. Ar gas was introduced, after equipping the substrate electrode holder in plural sputtering systems with the polycarbonate substrate 31 with a groove and carrying out evacuation of the inside of equipment. Sputtering was performed making a substrate electrode holder self-revolve around the sun, and sequential formation of each class was carried out. First, Si₃N₄ RF power was supplied to the target and aluminum target, sputtering was performed, and the 1st seed layer 32 of 150nm of thickness was formed on the substrate 31. Next, RF power was supplied to the GeSbTe target, sputtering was performed, and the phase change optical recording layer 33 of 13nm of thickness was formed on the 1st seed layer 32. Finally, RF power and DC power were supplied to the ZnS target and Co target, respectively, coincidence sputtering of 2 yuan was performed, and the 2nd seed layer 34 of 50-200nm of thickness was formed on the phase change optical recording layer 13. At this time, by adjusting the injection power and thickness to both targets, the mixing ratio of the metal/dielectric of the 2nd seed layer 34 was changed, and an optical constant, thermal conductivity, the particle size of metal particles, and a grain spacing were controlled. In addition, particle size and a grain spacing are also controllable by the bias power adjustment to a substrate, a substrate temperature control, etc.

[0041] Record/playback evaluation and TEM observation were performed on the conditions same about the obtained phase change optical recording medium as an example 1. The relation between the crystal grain child size of a phase change optical recording layer and a jitter is shown in drawing 7. In 100nm or less, a jitter becomes 10% or less, and the crystal grain child size of a phase change optical recording layer especially shows the very good property around 4% by 50nm or less (about 2% or less of area ratios to the minimum mark) so that clearly from drawing 7.

[0042] As mentioned above, in the phase change optical recording medium in this invention, a jitter property also with the very good configuration which prepares a seed layer in both sides of a phase change optical recording layer, and does not prepare a reflecting layer can be acquired. [0043]

[Effect of the Invention] As explained in full detail above, even when a minute record mark is formed in mark length record according to this invention, a phase change [with the small turbulence of a mark edge] optical recording medium with a good jitter property can be offered.

[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.